Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik
der Freien Universität Berlin im Oskar–Helene–Heim
Direktor: Prof. Dr. med. Günter Friedebold

Erfahrungen mit der Arthrodese des Kniegelenkes unter besonderer Berücksichtigung der Resektions-Kompressions-Arthrodesen

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Erhard Dirkwinkel
aus Lippstadt

1975

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546521_0022

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik
der Freien Universität Berlin im Oskar–Helene–Heim
Direktor: Prof. Dr. med. Günter Friedebold

Erfahrungen mit der Arthrodese des Kniegelenkes unter besonderer Berücksichtigung der Resektions-Kompressions-Arthrodesen

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Erhard Dirkwinkel

aus Lippstadt

Referent: Prof. Dr. med. Manfred Weigert

Korreferent: Prof. Dr. med. Fritz Hofmeister

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 14.8.1975

Inhalt:

A. Allgemeiner Teil

1. Einleitung
2. Historik
3. Allgemeines über Druckosteosynthese
   3.1. Einwirkung mechanischer Kräfte auf die Knochenneubildung
4. Indikationen zur Arthrodese

B. Spezieller Teil

1. Eigene Untersuchungen
   1.1. Krankheitsbilder
   1.2. Operationsverfahren
   1.3. Resektions-Kompressions-Arthrodesen nach GREIFENSTEINER
      a) Postoperative Fixation
      b) Komplikationen
      c) Ergebnisse der Nachuntersuchungen
   1.4. Resektions-Kompressions-Arthrodesen nach CHARNLEY und CHARNLEY-MÜLLER
      a) Postoperative Fixation
      b) Komplikationen
      c) Ergebnisse der Nachuntersuchungen
   1.5. Kniegelenksarthrodesen ohne das Einwirken von Kompressionskräften

2. Diskussion

C. Zusammenfassung

Literaturverzeichnis

A. Allgemeiner Teil

1. Einleitung

Unter dem Begriff "Arthrodese" versteht man eine operativ durchgeführte knöcherne Versteifung eines Gelenkes.

M.LANGE unterscheidet eine intraartikuläre und eine extraartikuläre Form, sowie als Übergangsform die paraartikuläre Arthrodese. Methoden der intraartikulären Arthrodese sind nach M.LANGE die Anfrischungsarthrodese, bei der die überknorpelten Gelenkflächen entfernt werden, die Verriegelungsarthrodese, bei der man den Gelenkspalt durch Spananlagerung überbrückt, und die Bolzungsarthrodese, bei der ein Knochenspan durch das Gelenk hindurchgetrieben wird.
Die reine Verriegelungs- bzw. Bolzungsarthrodese ohne Anfrischung der Gelenkflächen hat nur dann Aussicht auf Erfolg, wenn es sich um stark destruierte Gelenke mit geringer Restbeweglichkeit handelt. In Kombination mit der Anfrischung gewähren sie jedoch höhere Sicherheit und verkürzen die Behandlungszeit. (M.LANGE)
Außerdem sind zahlreiche Techniken beschrieben, die Elemente dieser verschiedenen Methoden enthalten und bei denen zusätzlich Fremdmaterial zur Fixation benutzt wird.

Paraartikuläre und extraartikuläre Arthrodesen sind heute am Kniegelenk ohne Bedeutung. Bei entzündlichen Prozessen im Kniegelenk ist man bestrebt, unter antibiotischer Abdeckung, durch ausgiebige Resektion den Entzündungsherd zu entfernen und intakte Resektionsflächen darzustellen.

2. Historik

Nachdem schon zuvor einige Arthrodesen durchgeführt worden waren, ohne daß diese Operation erwähnenswerte Bedeutung erlangt hätte versteifte der Wiener Chirurg ALBERT 1878 das Kniegelenk eines Kindes mit poliomyelitischer Beinlähmung. "Albert hat das Verdienst, den allgemeinen Wert dieser Operation als Erster voll erkannt und sie zu einer Methode ausgebaut zu haben." (M.LANGE)
Er veröffentlichte eine Operationstechnik, die in der folgenden Zeit von WOLF (1886), LEXER, BADE (1908), CRAMA und HOFFA (1910) weiterentwickelt wurde. Alle Operationsverfahren erforderten eine lange postoperative Ruhigstellung im Gipsverband. So versuchte man durch verschiedene Verfahren, eine zusätzliche, bessere Fixierung zu erreichen. Bei der von HIBBS (1911) beschriebenen Methode wurde die entknorpelte Patella als Span versenkt.
Eine andere Art der Spananlagerung war der Verschiebespan, der - aus der Tuberositas tibiae gebildet - über den Gelenkspalt verschoben wurde. Bei der Technik nach ROEREN wurde oberhalb und unterhalb der Resektionsflächen ein halbkugelförmiges Knochenstück herausgemeißelt, und die beiden Knochenstücke um 90 Grad gedreht, so daß sie den ehemaligen Gelenkspalt überbrückten. BRITTEN benutzte gekreuzte Knochenspäne aus Tibia und Fibula.
GOCHT versuchte, eine Fixierung durch dicke Seidenfäden zu erreichen. GOLLOWAY schlug Nägel gekreuzt über den Gelenkspalt. In ähnlicher Weise wurden gekreuzte Spongiosaschrauben verwandt. BOSWORTH beschrieb eine Technik, bei der ein Smith-Peterson-Nagel diagonal durch das distale Femur, über den Gelenkspalt, in die Tibia eingeschlagen wurde. Eine besondere Bedeutung hat, bei entsprechender Indikationsstellung, ein langer transfixierender Küntschernagel, durch Femur und Tibia geschlagen, gegebenenfalls mit Anlagerung von Spänen aus Femur und Tibia.

KEY entwickelte 1932 als Erster eine Technik der Resektions-Druck-Arthrodese mit Steinmann-Nägeln und Klemmschrauben. Er führte nach diesem Verfahren einige Kniearthrodesen durch, gab es aber wegen technischer Mängel wieder auf und beschrieb später eine Methode mit zentraler Einbolzung eines Knochenspans.

BEST arbeitete 1940 ein Operationsverfahren aus, bei dem nach Resektion einer Knorpel-Knochen-Scheibe Kirschnerdrähte durch Femur und Tibia geschossen und durch Klemmschrauben komprimiert wurden.

GREIFENSTEINER beschrieb 1945 ebenfalls eine Technik der Druckarthrodese unter Verwendung von Kirschnerdrähten und Doppeldraht-Spannbügeln.

CHARNLEY verbesserte die von KEY angegebene Methode und untermauerte sie experimentell. (1942,1948) Er führte zahlreiche Arthrodesen mittels zweier Steinmann-Nägel und Schraubenspannern durch. Mit seinen Untersuchungen trug er wesentlich zum Verständnis der Umbauvorgänge bei, die sich an den, unter Dauerdruck stehenden, Resektionsflächen abspielen.

MÜLLER gab 1955 eine Weiterentwicklung der Arthrodese nach CHARNLEY an. Er komprimierte die Resektionsflächen mit Hilfe von 4 Steinmann-Nägeln und Schraubenspannern.

Die von CHARNLEY angegebene bzw. von MÜLLER weiterentwickelte Technik der Druckarthrodese mit perkutaner externer Fixation ist zur bevorzugten Arthrodesenmethode am Kniegelenk geworden.

Seit 1972 führt MITTELMEIER die Doppeldruckplattenarthrodese des Kniegelenks mit 2 versetzten, selbstspannenden Druckplatten durch.

3. Allgemeines über Druckosteosynthese

Die Druckarthrodese stellt eine Form der Druckosteosynthese dar. Bei der Druckosteosynthese wird eine Vereinigung von Knochenfragmenten durch einen Dauerdruck herbeigeführt, der möglichst senkrecht auf die Resektions- bzw. Bruchflächen einwirkt. Es wird erwartet, daß durch den axial auf die Resektionsflächen einwirkenden Druck, es zu einer sicheren Fixierung in der gewünschten Stellung kommt. Die Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen formulierte die Ziele, die sie mit den von ihr angegebenen Osteosynthesetechniken anstrebt:

- anatomische Reposition, besonders wichtig bei Gelenkfrakturen
- Anwendung einer gewebeschonenden Operationstechnik, die der Erhaltung der Blutzirkulation in den Knochenfragmenten und den Weichteilen möglichst gewährleistet
- stabile Osteosynthese. Hierbei dürfte die funktionell stabile Osteosynthese das Minimum, die belastungsstabile Osteosynthese das Maximum des Erreichbaren darstellen.
- Vermeidung der Immobilisierungsschäden, d.h. der "Frakturkrankheit" durch möglichst frühzeitige, aktive, schmerzfreie Mobilisierung der frakturnahen Muskeln und Gelenke, ohne die Bruchheilung zu gefährden.

3.1. Einwirkung mechanischer Kräfte auf die Knochenneubildung

Nach ROUX ist Druck der spezifische Reiz für die Bildung von knorpeligem Kallus, Zug der Reiz für bindegewebigen Kallus.

KROMPECHER vertrat ebenfalls diese Meinung. Er wies 1935 am Schädeldach der embryonalen Ratte das Vorkommen einer primär angiogenen Knochenneubildung ohne chondrale oder desmale Vorstufen im mechanisch neutralen Gebiet nach.

EGGERS, SCHINDLER, POMERAT haben im Tierversuch festgestellt, daß durch Anwendung von Kompressionskräften die Bruchheilung gefördert wird. Bei Anwendung hoher Drucke beobachteten sie Nekrosen der Knochenenden, beim Fehlen von Druck nur eine mangelhafte Osteogenese.

MATZEN dagegen konnte experimentell keine schädigende Wirkung durch Kompressionsdruck feststellen.
Anläßlich der Materialentfernung - 4 Wochen nach Durchführung der Kompressionsarthrodese - entnahm CHARNLEY, mittels eines hierfür entwickelten Bohrgerätes, zylindrische Proben aus dem Arthrodesenspalt. Auffallend an dem Kallus, der sich im Arthrodesenspalt gebildet hatte, waren die gleichmäßige Ausbildung, die geringe Quantität - der Kallus bestand nur aus einer 0,6 - bis 1,2 mm starken Schicht - und seine starke Vaskularisierung, sowie die Tatsache, daß sich nebeneinander lockeres Bindegewebe, kollagenes Bindegewebe, Faserknochen und Lamellenknochen befanden und ineinander übergingen. Knorpel fand sich nur in einem Fall in Form von 2 winzigen Knötchen. Es fanden sich außerdem Anhaltspunkte für einen geringgradigen Abbau von Knochentrabekeln auf der Oberfläche der Resektionsflächen.

CHARNLEY schloß daraus, daß die Resektionsflächen zunächst durch eine dünne Schicht aus unregelmäßigem Bindegewebe miteinander verbunden werden. Es entwickeln sich weiterhin dichte kollagene Fasernetze, oft in Form von kollagenen Bälkchen. Die Zwischenräume enthalten Blutgefäße. Der nächste Schritt ist nach CHARNLEY die Bildung von Geflechtknochen in den dichteren kollagenen Bündeln, der anschließend zu geordnetem Lamellenknochen umgebaut wird.

CHARNLEY geht davon aus, daß Osteoblastentätigkeit von einer periostalen oder endostalen Oberfläche abhängig ist. Er erklärt die beschleunigte knöcherne Konsolidierung unter Einfluß eines Dauerdrucks damit, daß eine kleine Kallusmenge mechanisch optimal eingebaut wird, begünstigt durch absolute Ruhigstellung, durch das Fehlen von Scherkräften und den dadurch bedingten engen Kontakt zweier Spongiosaflächen, die über eine große endostale Oberfläche verfügen und gut vaskularisiert sind.

DANIS postulierte 1949 auf Grund von röntgenologischen Studien am stabil fixierten Unterarmschaftknochen die primäre Knochenheilung, ohne röntgenologisch sichtbare Kallusbildung.

GREIFENSTEINER und MATZEN bestätigen im wesentlichen CHARNLEY's Ergebnisse, wobei GREIFENSTEINER ebenfalls auf die außerordentlich große Berührungsfläche eingekeilter spongiöser Knochenenden hinwies. Bei kompakten Knochen und sklerosierten Knochenflächen, deren Heilungstendenz er gleichsetzt, tritt, seiner Meinung nach, nur dann eine schnellere knöcherne Konsolidierung unter Kompression ein, wenn es durch ausgedehnte Resorptionsvorgänge zu einer gewissen Auflockerung der kompakten Knochensubstanz kommt.

SCHENK zeigte, daß bei der Frakturheilung dann eine "primäre Knochenheilung" zu erwarten ist, wenn Stabilität besteht und der Knochen vaskularisiert ist.
Nach SCHENK finden Ab- und Aufbauvorgänge bei stabiler Fixation nicht nacheinander, sondern nebeneinander statt.

BÖHLER vertrat die Meinung, daß die Fragmentenden abgebaut werden und zusammenrücken müssen, damit die Fraktur überhaupt ausheilen kann, so daß es auf diese Weise zur Verkürzung der Extremität kommt.

ALLGÖWER, MÜLLER u.a. bestätigen solche Resorptionsvorgänge nur unter der Voraussetzung, daß bei einer Druckosteosynthese entweder die Fragmentenden auf einer längeren Distanz devitalisiert sind oder Dreh- und Scherbewegungen auftreten.
Die Diskussion darüber, ob dem Druck eine zusätzliche osteogenetische Wirkung zukommt, ist noch nicht abgeschlossen. (KÜNTSCHER, MAATZ, PETROKOV, MÜLLER)

4. Indikationen zur Arthrodese

"Es ist festzustellen, daß im Zeitalter der Arthroplastik die Arthrodesenoperationen scheinbar mehr oder weniger in den Hintergrund getreten sind. Die Indikationen werden nicht mehr so häufig gestellt wie früher." (WITT)

"Die Arthrodese war vor dem Zeitalter der Alloarthroplastik und anderer gelenkerhaltender und neubildender Operationen, die nicht immer gute Ergebnisse erzielten, eine oft indizierte, beliebte und sichere Operation." (WITT)

Die Indikationsstellung ist im wesentlichen darauf ausgerichtet, Schmerzbeseitigung und Stabilität in guter Gebrauchsstellung des Gelenkes zu erreichen, wobei die intakte Funktion der Muskulatur an den übrigen Gelenken zu berücksichtigen ist.
Die nach WITT wichtigsten Indikationen für die Arthrodesen überhaupt gelten fast ausnahmslos auch für die Arthrodesen des Kniegelenkes.

- Instabile Gelenke
- Schmerzhaft arthrotisch veränderte Gelenke, wenn durch konservative Maßnahmen keine über den Zeitraum der jeweiligen Behandlung andauernde Besserung zu erzielen ist.
- Schmerzhafte posttraumatische Gelenke, die als Spätzustände nach Gelenkfrakturen, gelenknahen Frakturen und Patellafrakturen vorkommen.

Auch bei gelenknahen Pseudarthrosen ist die Versteifung oft die einzige Erfolg versprechende Maßnahme. Weniger verbreitet ist die Früharthrodese, die, nach GRONERT, 4 bis 6 Wochen nach dem Unfall durchgeführt werden sollte. Die Früharthrodese ist indiziert bei frischen Gelenktrümmerfrakturen, bei welchen eine Rekonstruktion nicht mehr möglich ist. (WITT)
Bei der Indikationsstellung sind vor allem 3 Kriterien zu berücksichtigen: (GRONERT)

Ausmaß des Schadens an Knorpel und Knochen,
Ausmaß des Schadens am Kaspelbandapparat und gefäßhaltigem Bindegewebe,
Ausmaß des für eine anatomische Gelenkrekonstruktion - falls überhaupt möglich - erforderlichen operativen Aufwands.

Als weitere Indikation für die Früharthrodese des Kniegelenkes nennt GRONERT eine veraltete Luxation mit verbliebener, erheblicher Luxationsstellung und völliger Bandlockerung.

- entzündlich destruierte Gelenke
  Bei Gelenken, die durch spezifische oder unspezifische Entzündungen zerstört sind, sind in den meisten Fällen sowohl Schmerzen als auch Entzündungsherd und Rezidivgefahr durch eine Resektionsarthrodese zu beseitigen. In diesem Zusammenhang sind auch die gelenknahen Osteomyelitiden zu erwähnen, die das Gelenk in Mitleidenschaft gezogen haben.

- neuropathische Gelenke
  Bei den neuropathischen Schlottergelenken stellt die Arthrodese den zuverlässigsten Eingriff dar, durch den eine gute Stabilität und somit eine belastungsfähige Extremität erreicht wird. "Hier hat

die Arthrodese praktisch eine absolute Indikation, denn andere, rekonstruktive Maßnahmen kommen nicht in Frage." (WITT)

- Gelenktumoren und gelenknahe Tumoren

  Benigne oder "potentiell maligne Tumoren" (BECKER) mit Beteiligung des Gelenkes machen großzügige Resektionen erforderlich, die häufig nur durch spezielle Techniken überbrückt werden können.

- Lähmungen

  Bei Lähmungen ist die Indikationbesonders kritisch zu stellen. (WITT)
  Hier steht die Beseitigung der Instabilität und die der Beugekontrakturen im Vordergrund.

- angeborene Deformitäten

  Diese, für die Sprunggelenksarthrodese von größerer Bedeutung, sind nur selten eine Indikation für Versteifungen des Kniegelenkes.

- Eine weitere Indikation bildet die mißlungene Arthroplastik, wenn es zur Infektion, zur Auslockerung oder zum Ausbruch der Prothesenteile gekommen ist und eine Auswechslung der Implantate nicht möglich ist.
  "Einschränkend muß dazu bemerkt werden, daß die Aussichten auf einen knöchernen Durchbau der unter Druck aufeinandergestellten spongiosafreien Kortikalisröhren von Tibia und Femur nicht sehr groß sind." (KLEMS)
  MANZONI betont ebenfalls die Schwierigkeiten, die sich bei Kniegelenksarthrodesen nach Endoprothesenentfernung ergeben.

"Die Arthrodese hat bei kritischer Indikation auch im Zeitalter der Alloarthroplastik ihre Indikation, und diese ist an Gelenken, für die es noch keinen Ersatz gibt, ungebrochen." (WITT)

B. Spezieller Teil

1. Eigene Untersuchungen

Im Oskar-Helene-Heim, der Orthopädischen Klinik der Freien Universität Berlin, wurden in der Zeit von Juni 1960 bis August 1973 78 Kniearthrodesen durchgeführt. Bei den Patienten handelte es sich um 48 Frauen und 30 Männer.

Aus den Krankengeschichten gingen das Alter und Geschlecht der Patienten, die Operationsindikationen, bzw. die Voroperationen und das Arthrodesenverfahren hervor.
Ferner war den Krankengeschichten die Art und Dauer der Gipsfixation, die Dauer der Kompression, eingetretene Komplikationen, gegebenenfalls durchgeführte Nachoperationen und die Dauer des stationären Aufenthaltes zu entnehmen.
Bei den Nachuntersuchungen wurden zunächst die subjektive Bewertung des Patienten und die angegebenen Beschwerden berücksichtigt.
Das versteifte Knie wurde auf Stellung, klinische Festigkeit, Druckschmerz und Paraesthesien hin untersucht. Die Beinlängendifferenzen wurden gemessen und auf Unterschenkelödeme und Fußpulsdifferenzen geachtet. Der LWS - Bereich wurde auf Fehlstellungen, Verspannungen und Bewegungseinschränkungen hin untersucht. Außerdem wurden die Nachbargelenke und das gegenseitige Kniegelenk auf Schmerzhaftigkeit und Beweglichkeit geprüft.
Anschließend wurden Röntgenbilder vom arthrodesierten Knie und, bei klinischen Befunden, von den Nachbargelenken angefertigt und mit den früheren Aufnahmen verglichen.

1.1. Krankheitsbilder

Die Erkrankungen, aus denen sich die Indikation zur Arthrodese ergab, sind in Tabelle I zusammengefaßt.

Tab. I

a)	primäre Gonarthrosen	12
b)	posttraumatische Gonarthrosen	23
c)	Zustand nach unspezifischen Infektionen des Kniegelenkes	5
d)	Gonitis tuberculosa	14
e)	PCP	12
f)	Zustand nach Osteomyelitis	2
g)	Tumoren	4
h)	Zustand nach Poliomyelitis	2
i)	Gonarthrose bei Phosphatdiabetes	1
j)	Zustand nach Kniegelenksarthrodese	1
k)	Beugekontraktur bei arteriellen Durchblutungsstörungen	1
l)	Arthropatia luetica	1

Zu ergänzen ist, daß 3 der Patienten, deren Kniegelenke wegen posttraumatischer Gonarthrose versteift wurden, zuvor mit einem Tibiaplateau nach MC INTOSH versorgt worden waren. Bei diesen Patienten wurde die Kniearthrodese nach der Methode von CHARNLEY durchgeführt. Bei einer weiteren Patientin mit primärer Gonarthrose war die versteifende Operation eine Rearthrodese; die gewählte Technik war in diesem Fall die Bolzungsarthrodese mit Verschiebespan.

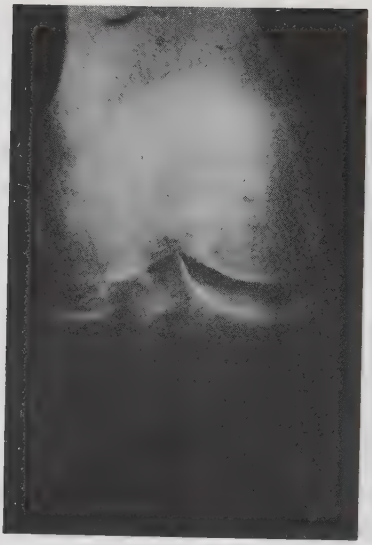


Bild 1 a

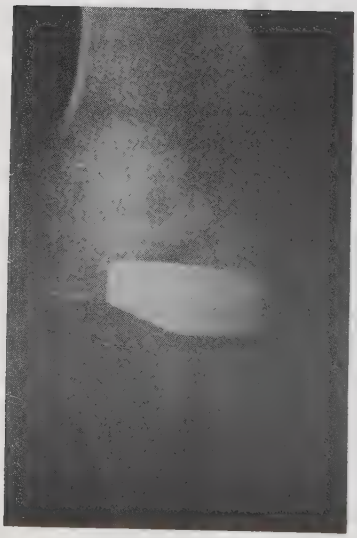


Bild 1 b

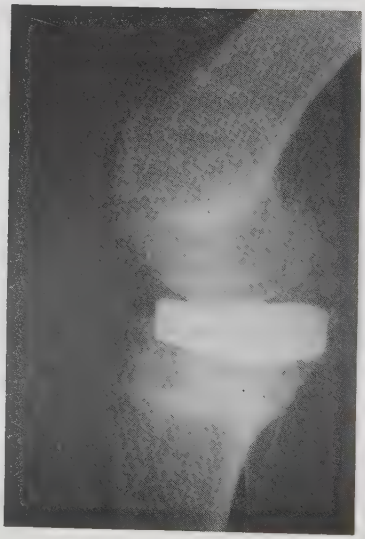


Bild 1 c

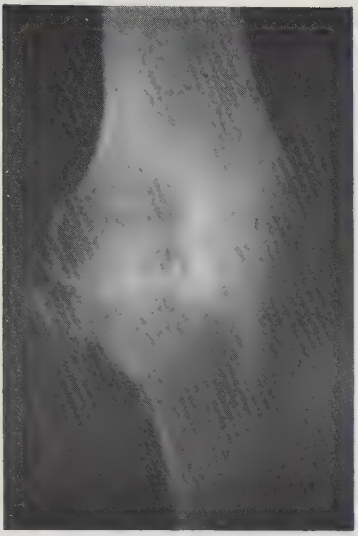


Bild 1 d

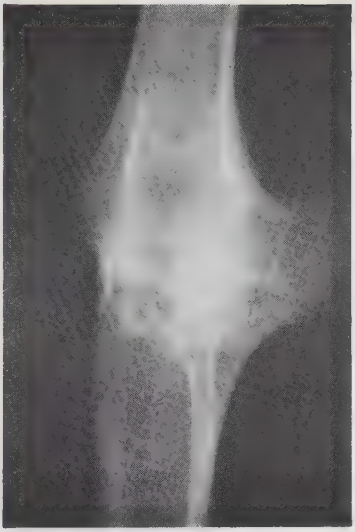


Bild 1 e

Bild 1
Pat. H.E. 51 Jahre

a) Posttraumatische Gonarthrose
b,c) 16 Wochen nach Implantation einer MC INTOSH-Prothese
d,e) knöcherner Durchbau 18 Wochen nach Druckarthrodese nach CHARNLEY-MÜLLER

Der jüngste Patient war 17 Jahre, der älteste 79 Jahre alt. Das mediane Durchschnittsalter betrug 56 Jahre. Die Altersverteilung der Patienten geht aus Abb. I hervor. Aus der Abb.I ist ebenfalls die Geschlechtsverteilung in den verschiedenen Altersgruppen zu ersehen.
Bis zum 4. Lebensjahrzehnt wurden Kniearthrodesen häufiger bei männlichen Patienten ausgeführt. Bei den Männern betrug das Mindestalter 17 Jahre, das Höchstalter 65 Jahre und das mediane Durchschnittsalter 43 Jahre, bei den Frauen das Mindestalter 20 Jahre, das Höchstalter 79 Jahre und das mediane Durchschnittsalter 58 Jahre.
Die Beziehungen zwischen Grundleiden, Alter und Geschlecht zeigen die Abb. II und III.

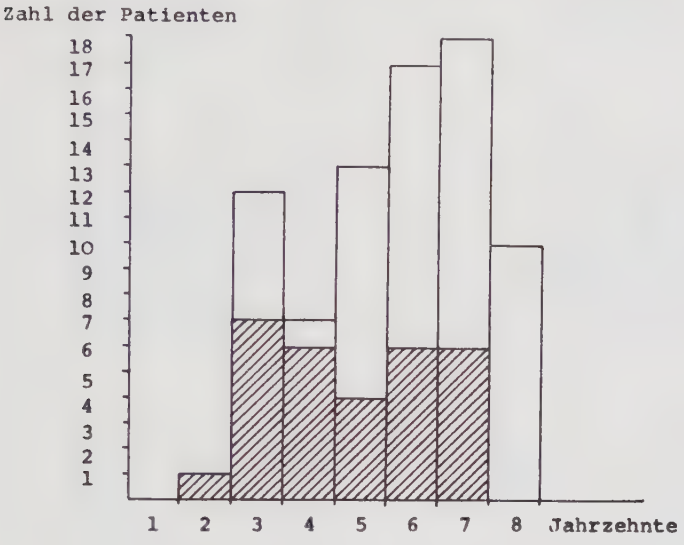
Wegen primärer Gonarthrose wurden 10 Frauen und nur 2 Männer operiert. Die jüngste Patientin war 17 Jahre alt, die älteste 77, das mediane Durchschnittsalter betrug 64 Jahre.

Von den 23 Patienten, bei denen eine Kniearthrodese wegen posttraumatischer Gonarthrose durchgeführt wurde, waren 11 weiblichen und 12 männlichen Geschlechts. Der jüngste Patient war 26 Jahre, die älteste Patientin 73 Jahre alt. Das Durchschnittsalter betrug 50 Jahre.

Wegen einer Gonitis tuberculosa wurden bei 14 Patienten, 6 Männern und 8 Frauen Kniearthrodesen ausgeführt. In dieser Gruppe war der jüngste Patient 27 Jahre, die älteste Patientin 79 Jahre alt, das Durchschnittsalter lag bei 45 Jahren.

Bei 12 Patienten wurden Kniegelenksarthrodesen wegen PCP vorgenommen. Von diesen waren 9 weiblichen und 3 männlichen Geschlechts. Das Alter der Patienten lag zwischen 24 und 72 Jahren, das Durchschnittsalter bei 59 Jahren.

Abb. I Alter der Patienten zur Zeit der Operation

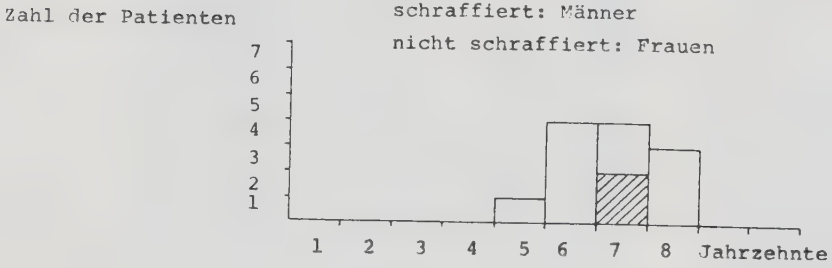


schraffiert: Männer
nicht schraffiert: Frauen

78 Patienten insgesamt
30 Männer
48 Frauen

	Patienten insgesamt	Männer	Frauen	
Mindestalter	17	17	20	Jahre
Höchstalter	79	65	79	Jahre
Durchschnittsalter	56	43	58	Jahre

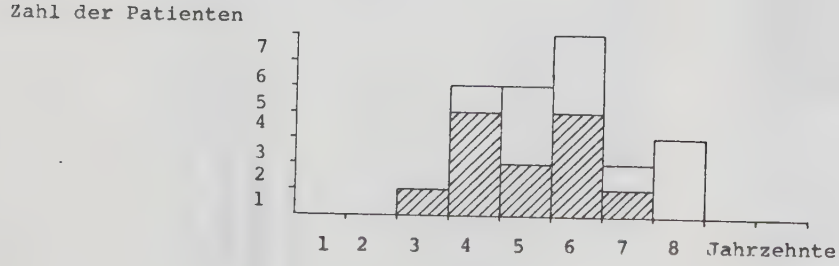
Abb. II Beziehungen zwischen Grundleiden, Alter und Geschlecht
schraffiert: Männer
nicht schraffiert: Frauen



Primäre Gonarthrose

12 Patienten
2 Männer
10 Frauen

Mindestalter	47 Jahre
Höchstalter	77 Jahre
Durchschnittsalter	64 Jahre



Posttraumatische Gonarthrose

23 Patienten
12 Männer
11 Frauen

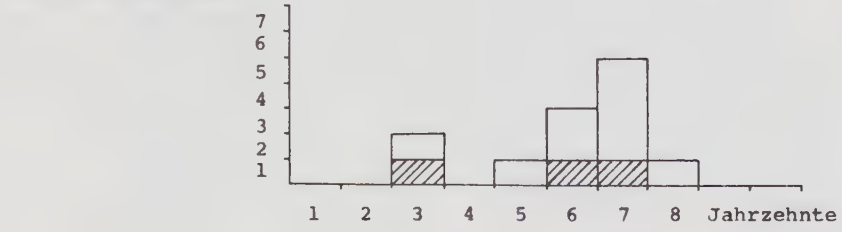
Mindestalter	26 Jahre
Höchstalter	73 Jahre
Durchschnittsalter	50 Jahre

Abb. III Beziehungen zwischen Grundleiden,
Alter und Geschlecht
schraffiert: Männer
nicht schraffiert: Frauen

Gonitis tuberculosa

14 Patienten
7 Männer
7 Frauen

Mindestalter	17 Jahre
Höchstalter	79 Jahre
Durchschnittsalter	45 Jahre



PCP

12 Patienten
3 Männer
9 Frauen

Mindestalter	24 Jahre
Höchstalter	72 Jahre
Durchschnittsalter	59 Jahre

Kniegelenksarthrodesen wegen Gonitis tuberculosa wurden am häufigsten bei Patienten im 3. Lebensjahrzehnt, wegen traumatischer Gonarthrose bei Patienten im 6. Lebensjahrzehnt vorgenommen.
Das Maximum der wegen primärer Gonarthrosen ausgeführten Arthrodesen lag bei Patienten im 6. und 7., wegen PCP im 7. Jahrzehnt.

1.2. Operationsverfahren

73 der 78 von 1960 bis 1973 im Oskar-Helene-Heim durchgeführten Kniegelenksarthrodesen waren Resektions-Kompressions-Arthrodesen.
Bis 1964 wurden 17 der 73 Druckarthrodesen nach der von GREIFENSTEINER angegebenen Technik mit 2 Kirschnerdrähten und dem Spannbügel nach GREIFENSTEINER durchgeführt.
1964 wurde die Kompressionsarthrodese nach GREIFENSTEINER zugunsten der Methode nach CHARNLEY aufgegeben. 24 Arthrodesen wurden mittels zweier Steinmann-Nägel und eines Spanngerätes, 32 Arthrodesen mit 4 Steinmann-Nägeln und doppeltem Spanngerät in der von MÜLLER modifizierten Technik nach CHARNLEY durchgeführt.
Nur in 5 Fällen wurde auf eine Kompression verzichtet.
1961 und 1969 wurde je eine Verschiebebolzung, 1969,1970 und 1972 je eine Transfixationsarthrodese mit langem Küntschernagel ausgeführt.

1.3. Resektions-Kompressions-Arthrodesen nach GREIFENSTEINER

In der Zeit von 1960 bis 1964 war die am häufigsten durchgeführte Art der Kniegelenksarthrodese die von GREIFENSTEINER beschriebene Methode der Resektions-Kompressions-Arthrodese.

17 Patienten wurden nach dieser Methode operiert.
9 von ihnen waren Frauen, 8 Männer. Der jüngste Patient war 17 Jahre, der älteste 59 Jahre alt, das mediane Durchschnittsalter betrug 47 Jahre.

Technik:
In Allgemeinnarkose, Rückenlage und Blutleere wird ein Textor-Schnitt über das Knie gelegt. Die Patella wird freipräpariert und herausgelöst. Anschließend wird die Gelenkkapsel im ventralen, sowie medialen und lateralen Bereich excidiert. Nach der Exstirpation des medialen und lateralen Meniskus und Durchtrennung der Kreuzbänder werden die Gelenkflächen von Femur und Tibia unter Schutz der Arteria poplitea durch Hohmannhebel plan resiziert. Durch Femurkondylen und Tibiakopf werden, parallel zueinander, je ein Kirschnerdraht geschossen. Nachdem die Resektionsflächen in die gewünschte Stellung gebracht sind, wird durch Einspannen der Kirschnerdrähte in den Spannbügel die Kompression erzeugt. Der Spalt zwischen Femur und Tibia wird im ventralen Bereich durch das Einschlagen der entknorpelten Patella in ein vorbereitetes Bett überbrückt. Bestehenbleibende Spalträume werden mit Spongiosaspänen ausgefüllt. Nach dem Öfnnen der Blutleere folgen Blutstillung, schichtweiser Wundverschluß und Röntgenkontrolle.

a) Postoperative Fixation

Bei allen nach GREIFENSTEINER operierten Patienten wurde das versteifte Knie unmittelbar postoperativ durch einen Gipsverband zusätzlich fixiert. 3 Patienten erhielten zunächst einen Becken-Bein-Fuß-Gips. Bei 12 Patienten fixierte man mit einem Oberschenkelgips mit Beckenring. In 3 Fällen konnte man sich mit einem Oberschenkelgips begnügen. Nach Abnahme des Operationsgipses erhielten die Patienten entweder einen Oberschenkelgips oder Oberschenkel-Gehgips und in 6 Fällen vor der endgültigen Freigabe einen Gipstutor.

Die Dauer der Gipsfixation lag im Durchschnitt bei 12 Wochen. Die Mindestdauer betrug 7 Wochen, die Höchstdauer 22 Wochen.

Die Kompression der Resektionsflächen durch Kirschnerdrähte und Spannbügel wurde im Durchschnitt für 4 Wochen aufrechterhalten. Die kürzeste Kompressionsdauer betrug 3 Wochen, die längste erstreckte sich über 6 Wochen.

Die Dauer der postoperativen stationären Behandlung betrug im Durchschnitt 13 Wochen. Die Mindestdauer lag bei 7 Wochen, die Höchstdauer betrug 22 Wochen.

b) Komplikationen

Bei 4 der 17 Patienten kam es zu einer Sekundärheilung der Operationswunde. Die Heilungsdauer betrug bei 2 dieser Patienten 6 Wochen, bei einer Patientin 11 Wochen und einer weiteren Patientin, bei der sich eine Fistel gebildet hatte, 6 Monate.

Das Grundleiden war bei 2 der Patienten mit sekundärer Wundheilung eine Gonitis tuberculosa, bei den anderen eine Beugekontraktur nach Polio und eine posttraumatische Gonarthrose.

In einem Fall, bei einer Patientin mit Arthropathia luetica, kam es während der 22 Wochen dauernden Ruhigstellung des Knies im Gipsverband nicht zu einem knöchernen Durchbau. Es entwickelte sich eine Pseudarthrose, und die Patientin wurde mit einem Schienenschellenapparat versorgt. Da bei der Arthropathia luetica die Heilungstendenz recht schlecht ist, kann man diesen Fall bei der Bewertung der Ergebnisse der Resektions-Druck-Arthrodese nicht ohne weiteres heranziehen. Auch bei dieser Patientin wurde das

Kompressionsmaterial schon nach 3 Wochen entfernt.
2 Patienten, 44 und 59 Jahre alt, erlitten eine Lungenembolie, der eine 4 Tage nach der Operation, der andere 3 Wochen nach der Operation.
Die durch die Arthrodese verursachten Beinverkürzungen lagen durchschnittlich bei 2,5 cm. Die geringste Verkürzung betrug 1 cm, die stärkste Verkürzung 5 cm.
Bei einem Patienten kam es zur knöchernen Konsolidierung bei einer Innenrotationsfehlstellung von 10 Grad.

c) Ergebnisse der Nachuntersuchungen:

Insgesamt konnten 14 der 17 operierten Patienten nachuntersucht werden.

Über Beschwerden im Bereich des operierten Beines klagten 3 Patienten. 2 dieser 3 Patienten hatten Beschwerden im Bereich der Sprunggelenke; diese Beschwerden traten bei einer Patientin bei Belastung beiderseitig auf. Diese Patientin hatte außerdem am operierten Bein ausgeprägte Varizen - die Varicosis des anderen Beines war erheblich geringer ausgeprägt - sowie Belastungsschmerzen im nicht versteiften Kniegelenk, bei beiderseitigen Genua vara und einem Körpergewicht von 110 kg bei einer Größe von 156 cm. Röntgenologisch wies das kontralaterale Kniegelenk 9 Jahre postoperativ deutliche arthrotische Veränderungen auf, die sicher nicht nur auf die Arthrodese zurückzuführen sind.

Der 2. Patient mit Beschwerden in den Sprunggelenken gab außerdem einen erheblichen Druckschmerz über dem versteiften Knie an und klagte über häufig auftretende Wadenkrämpfe am operierten Bein.

Der 3. Patient mit Beschwerden im operierten Bein klagte über Paraesthesien im gesamten Unterschenkel. Der Unterschenkel war erheblich geschwollen.

Ein Patient hatte 1,5 Jahre nach der Arthrodesenoperation erhebliche Beschwerden im gleichseitigen Hüftgelenk gehabt, die sich aber unter konservativer Behandlung vollständig zurückgebildet hatten und bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, 8 Jahre nach der Operation nicht wieder aufgetreten waren.

2 weitere Patienten gaben bei der Nachuntersuchung Beschwerden im isolateralen Hüftgelenk an. Beide wiesen im Röntgenbild arthrotische Veränderungen des isolateralen, einer auch des kontralateralen Hüftgelenkes auf.

Beschwerden im kontralateralen Knie wurden in 3 Fällen angegeben.
Bei einer Patientin, deren Kniegelenk wegen einer Gonitis tuberculosa versteift worden war, entwickelte sich, etwa 6 Jahre nach der Operation, eine mediale Meniscopathie im gegenseitigen Kniegelenk.
Die zweite Patientin war wegen schmerzhafter Gonarthrose nach kindlicher gelenknaher Osteomyelitis, die eine Beinverkürzung von 8,5 cm verursacht hatte, im Alter von 28 Jahren operiert worden. 2 Jahre später traten Schmerzen im kontralateralen Kniegelenk auf, und eine mittelgradige Gonarthrose wurde diagnostiziert. Die Entwicklung dieser Gonarthrose dürfte mit der langjährigen, nur zum Teil ausgeglichenen, Beinlängendifferenz zusammenhängen.
Die dritte Patientin ist die schon erwähnte extrem adipöse Frau mit beiderseitigen Genua vara und erheblichen arthrotischen Veränderungen im nicht operierten Kniegelenk.

4 Patienten hatten rezidivierende Beschwerden im Bereich der Lendenwirbelsäule. 2 von ihnen hatten auch vor der Arthrodese schon unter ähnlichen Beschwerden gelitten.

1.4. Resektions-Kompressions-Arthrodesen nach CHARNLEY und CHARNLEY - MÜLLER

56 Patienten wurden nach der von CHARNLEY beschriebenen Methode, bzw. nach der von MÜLLER weiterentwickelten Technik operiert. Von diesen waren 36 Patienten weiblichen und 20 männlichen Geschlechts. Der jüngste Patient war 24 Jahre, die älteste Patientin 79 Jahre alt, das Durchschnittsalter lag bei 58 Jahren.

Bei 24 Patienten wurde die Kompression durch 2 Steinmann-Nägel und ein Spanngerät nach CHARNLEY erreicht. Bei 32 Patienten benutzte man 4 Steinmann-Nägel und 2 Spanngeräte, wandte also die von MÜLLER modifizierte Methode an.

Bis 1968 wurde das einfache Spanngerät benutzt, ab 1968 das doppelte Spanngerät nach MÜLLER.
In 4 Fällen verfuhr man bis 1972 nach der von CHARNLEY beschriebenen Methode. Bei einem dieser Patienten verzichtete man nur deshalb auf das zweite Spanngerät, weil wegen einer praeoperativ vorhandenen Osteoporose die Steinmann-Nägel durchschnitten und keine Kompression zu erreichen war.

Technik:
In Allgemeinnarkose, Rückenlage und Blutleere wird entweder ein Textorschnitt oder ein Längsschnitt in der Mittellinie über die ventrale Seite des Knies gelegt. Nach Freilegen der Patella wird das Ligamentum patellae durchtrennt und die Patella excidiert. Die Seitenbänder werden durchtrennt, die Menisci entfernt, und unter Schutz der Arteria poplitea durch 2 Hohmannhebel werden die Kreuzbänder ebenfalls durchtrennt. Nach der Resektion der Gelenkflächen von Tibiakopf und Femurkondylen werden die Resektionsflächen adaptiert und durch Tibiakopf und Femurkondylen parallel zueinander jeweils ein oder 2 Steinmann-Nägel ge-

bohrt. Bei Verwendung von 4 Steinmann-Nägeln werden die beiden ventralen Nägel in größerem Abstand zu den Resektionsflächen eingebohrt als das dorsale Paar.
Nach Kontrolle der Stellung von Unterschenkel und Oberschenkel zueinander werden die äußeren Spanner angelegt und Femur und Tibia unter starkem Druck aneinander fixiert. Nach Röntgenkontrolle in zwei Ebenen und eventuell erforderlichen Stellungskorrekturen folgen das Öffnen der Blutleere, Blutstillung und schichtweiser Wundverschluß unter Einlegen eines Redon-Drains.

Bild 2

Patient B.M. 78 Jahre

a) Primäre Gonarthrose
b) 12 Wochen nach Resektions-Kompressions-Arthrodese mit noch liegenden Steinmann-Nägeln
c,d) knöcherner Durchbau nach 16 Wochen

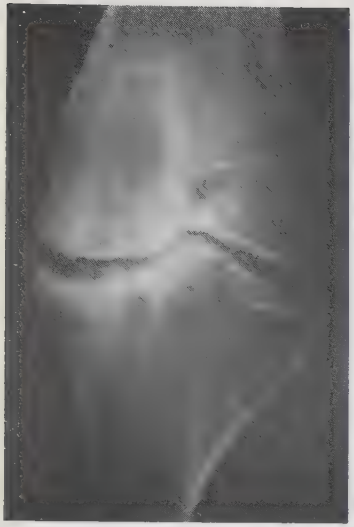


Bild 2 a

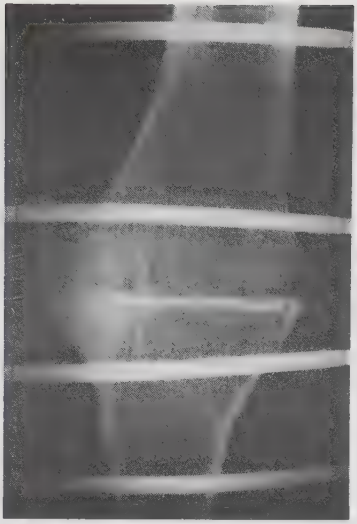


Bild 2 b

Bild 2 c

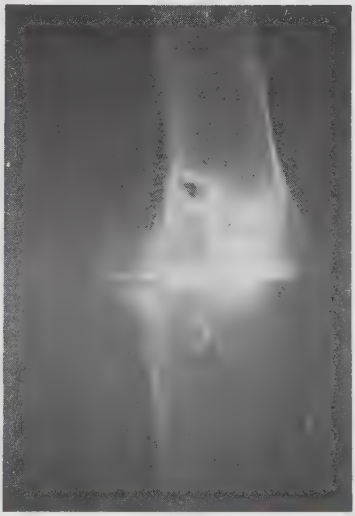


Bild 2 d

a) Postoperative Fixation

Bei 31 der nach CHARNLEY, bzw. nach CHARNLEY-MÜLLER operierten 65 Patienten wurde das versteifte Knie unmittelbar postoperativ durch einen Gipsverband fixiert. 24 Patienten erhielten einen Gipstutor oder Oberschenkel-Gehgips erst kurz bevor die Steinmann-Nägel entfernt wurden und sie mit allmählicher Belastung beginnen konnten, im Durchschnitt 8 Wochen nach der Arthrodesenoperation.

Eine Patientin, deren Knie wegen Beugekontraktur bei Durchblutungsstörungen versteift worden war, erhielt keinen Gips.

Bei den postoperativ angelegten Gipsverbänden handelte es sich in 4 Fällen um Becken-Bein-Fuß-Gipse, in 12 Fällen um Oberschenkelgipse mit Beckenring und in 15 Fällen um Oberschenkelgipse.

Die Dauer der Gipsfixation lag bei den Patienten, die unmittelbar postoperativ einen Gips erhalten hatten, bei durchschnittlich 13 Wochen, bei einer Mindestdauer von 9 Wochen und einer maximalen Fixationsdauer von 30 Wochen.

Bei den Patienten, die zunächst keinen Gips erhalten hatten, wurde vor der Entfernung der Steinmann-Nägel - etwa 8 Wochen nach der Operation - entweder ein Tutor oder ein Oberschenkel-Gehgips angelegt. Die Mindestdauer dieser Spätfixierung durch einen Gipsverband betrug 4 Wochen, die Höchstdauer 22 Wochen, der Durchschnitt lag bei 6 Wochen.

Bei Verzicht auf eine zusätzliche postoperative Gipsfixierung, was bei Anwendung von 2 Spannsystemen durchaus zu vertreten ist, ist es erforderlich, Patienten und Pflegepersonal darauf hinzuweisen, daß zur Vermeidung ungünstiger Hebelwirkungen der Fuß bei nicht unterstütztem Knie nicht aufgelegt werden darf. Der Patient muß wissen, daß er sich mit dem Fuß der arthrodesierten Seite nicht abstützen darf.

Das Kompressionsmaterial wurde nach durchschnittlich 8 Wochen entfernt. Die kürzeste Kompressionsdauer betrug 4 Wochen, in einem Fall wurde das Material erst nach 22 Wochen entfernt.

Die stationäre Behandlung dauerte im Anschluß an die Kniegelenksarthrodese durchschnittlich 12 Wochen. Die kürzeste postoperative stationäre Behandlung dauerte 6 Wochen, die längste war erst nach 59 Wochen beendet.

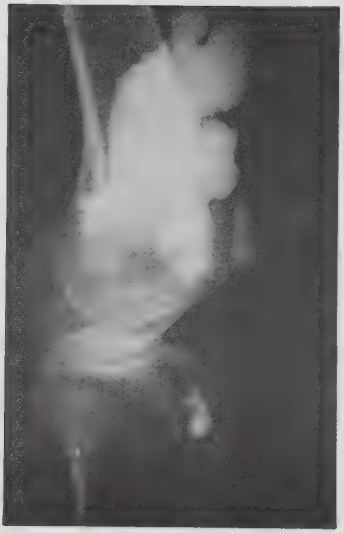


Bild 3 a

Bild 3 b

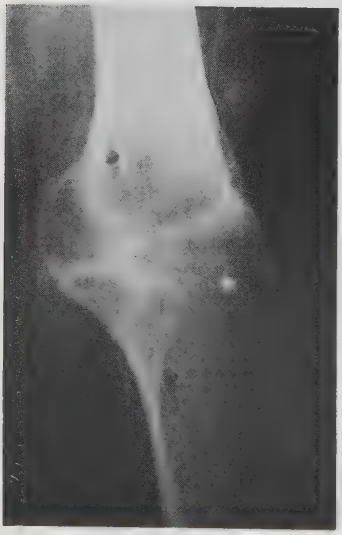


Bild 3 c

Bild 3

Pat. A.G. 79 Jahre

a) Gonitis tuberculosa

b,c) Ankylose 16 Wochen nach Resektions-Kompressions-Arthrodese

b) Komplikationen

Bei 9 der 56 Patienten kam es zur sekundären Wundheilung. Bei 2 dieser Patienten war die Arthrodese aufgrund einer Gonitis tuberculosa durchgeführt worden, in 2 weiteren Fällen wegen einer posttraumatischen Gonarthrose. In den übrigen Fällen handelt es sich um je ein rezidivierendes Synovialom nach 3 Voroperationen, eine PCP und eine primäre Gonarthrose.

Die längste Heilungsdauer betrug, bis zum Abheilen der letzten Fisteln, 2 Jahre.

Bei einem Patienten wurden nach 6 Monaten die Fisteln, die von der Kniekehle zum lateralen Arthrodesenspalt zogen, operativ revidiert.

Bei 2 der Patienten mit sekundärer Wundheilung entsprach die Dauer des stationären Aufenthaltes etwa dem Durchschnitt. Bei 2 anderen Patienten war der stationäre Aufenthalt um etwa 4 Wochen über die durchschnittliche Aufenthaltsdauer hinaus verlängert. 5 der 9 Patienten mit sekundärer Heilung blieben erheblich länger in stationärer Behandlung, als es dem Durchschnitt entspricht.

In einem Fall ist in einem technischen Fehler die Ursache für die sekundäre Heilung zu sehen:
Einer der lateralen Spanner war so nahe am Bein der Patientin angebracht worden, daß es zur Drucknekrose kam. Deshalb wurde das Spanngerät nach 4 Wochen entfernt. Das operierte Bein wurde für 25 Wochen im Gips fixiert. Die Arthrodese konsolidierte knöchern, die Heilung des nekrotischen Bereiches dauerte 9 Monate.

Bei 4 Patienten trat eine Peroneusparese auf. Unter Elektrotherapie bildeten sich die Paresen in 3 Fällen zurück. Bei einem Patienten ist die Lähmung als irreversibel anzusehen, sie bestand noch zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, 4 Jahre nach der Versteifung.

Bei 4 Patienten kam es zur knöchernen Heilung in Rotationsfehlstellung im Sinne einer Innenrotation. Das Ausmaß der Innenrotation betrug bei einem Patienten 5, bei 2 anderen 15, und bei dem 4. Patienten 25 Grad. Die betroffenen Patienten klagten über Schwierigkeiten beim Gehen, wie häufiges Stolpern und Krämpfe der Oberschenkelmuskulatur durch kompensatorische Außenrotation im Hüftgelenk.
Bei einem Patienten mit Rotationsfehlstellung waren die Steinmann-Nägel in zu geringem Abstand von der Arthrodese durch Tibiakopf und Femurkondylen gebohrt worden, so daß keine ausreichende Kompression erreicht wurde.
Das Spanngerät wurde nach 5 Wochen entfernt, die Arthrodese für weitere 16 Wochen im Gips fixiert, der stationäre Aufenthalt dauerte 28 Wochen, während dieser Zeit kam es zur knöchernen Versteifung.

Bei 2 weiteren Patienten wurde durch das CHARNLEY-Gerät keine Kompression erreicht. Bei einem 62-jährigen Patienten, der 7 Monate vor der Arthrodese eine offene, suprakondyläre Femurfraktur erlitten hatte und konservativ behandelt worden war, bestand eine so ausgeprägte Osteoporose, daß die Steinmann-Nägel durchschnitten und durch das CHARNLEY-Gerät intraoperativ keine Fixation möglich war. 7 Monate lang wurde eine Gipsfixierung durchgeführt. Da sich eine Pseudarthrose ausgebildet hatte, wurde der Patient mit einem Schienenschellenapparat versorgt. Wegen seines stark reduzierten Allgemeinzustandes konnte der Patient erst 39 Wochen nach der Operation erste Gehversuche unternehmen, die stationäre Behandlung dauerte 59 Wochen. Der Patient verstarb 2 Jahre nach der Arthrodesenoperation an einer Lungenembolie, die Pseudarthrose hatte bis zu diesem Zeitpunkt keinen Anhaltspunkt für eine Verfestigung erkennen lassen.

Der 3. Patient, bei dem durch das CHARNLEY-Gerät keine ausreichende Kompression erfolgte, ist eine 63-jährige Frau mit Gonitis tuberculosa. Die Resektion des tuberkulösen Gewebes war nicht ausreichend, und die Steinmann-Nägel lagen zu nahe an den Resektionsflächen. Das CHARNLEY-Gerät wurde nach 22 Wochen entfernt. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, 8 Monate nach der Operation, war immer noch eine Gipsfixierung nötig.
Röntgenologisch war ein knöcherner Durchbau im medialen Anteil des ehemaligen Gelenkspalts zu erkennen, der erwarten läßt, daß das Gelenk stabil versteifen wird.

In einem zweiten Fall mußte eine Patientin mit einem Schienenhülsenapparat versorgt werden. Bei der 73-jährigen Frau wurde eine Kniegelenksarthrodese wegen einer posttraumatischen Gonarthrose durchgeführt. Trotz des doppelten Spannsystems kam es zu einer Dislokation der Tibia gegen das Femur nach dorsal, da die Resektionsflächen schräg angelegt waren und so die Kompression ein Abscheren der Tibia gegen das Femur verursachte. Das Kniegelenk wurde 25 Wochen im Gipsverband fixiert. Es kam jedoch zur Entwicklung einer Pseudarthrose.

Bild 4

Pat. Z.L., 74 Jahre
a,b) Posttraumatische Gonarthrose
c,d) Pseudarthrose bei schrägen Osteomieflächen, 25 Wochen nach der Operation

Bild 4 a

Bild 4 b

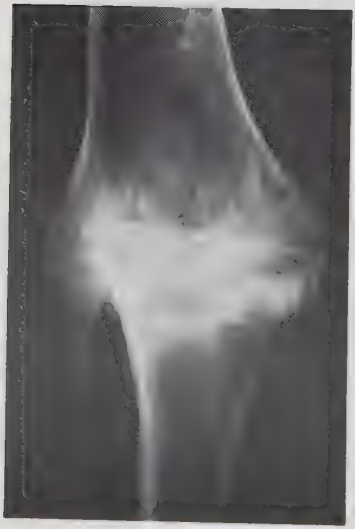


Bild 4 c

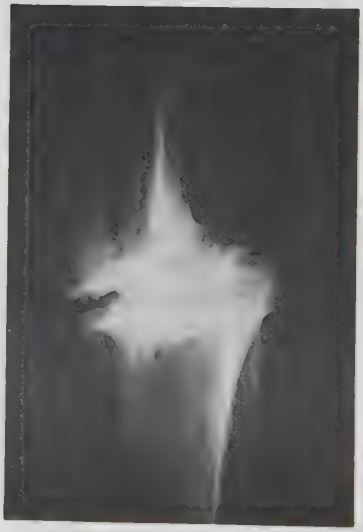


Bild 4 d

c) Ergebnisse der Nachuntersuchungen:

41 der 56 Patienten, die nach CHARNLEY bzw. CHARNLEY-MÜLLER operiert wurden, konnten nachuntersucht werden. 14 nachuntersuchte Patienten hatten Beschwerden im operierten Bein. 6 von ihnen litten unter Paraesthesien im Bereich des operierten Knies, von diesen wiederum 4 außerdem unter Druckschmerzhaftigkeit am arthrodesierten Knie. Bei einem dieser Patienten wurden die Paraesthesien unter Belastung so störend, daß die Gehleitung auf eine 1/2 Stunde beschränkt wurde.

In einem Fall bestand ein so erheblicher Dauerschmerz, daß 8 Monate nach der Arthrodese eine Narbenrevision mit Neurolyse des N.saphenus sowie die Entfernung eines Neuroms des Ramus cutaneus nervi obturatorii durchgeführt wurde. 2 Patienten haben nur bei Wetterwechsel Beschwerden, 2 weitere Patienten leiden seit der Arthrodese unter häufig auftretenden Wadenkrämpfen.

In 10 Fällen wurden nur oder überwiegend am arthrodesierten Bein Ödeme beobachtet.

Bei 6 Patienten hatten sich im kontralateralen Kniegelenk Beschwerden eingestellt. Die Arthrodese lag bei 2 dieser Patienten 2 Jahre, bei den anderen 6 bis 8 Jahre zurück.

2 weitere Patienten mit Beschwerden im nicht versteiften Knie litten unter einer PCP, die sich auch am zweiten Knie manifestierte.

3 Patienten klagten über Belastungsschmerzen in den isolateralen Sprunggelenken.

Bei einer Patientin, die zum Zeitpunkt der Operation 41 Jahre alt gewesen war, wurde 4 Monate nach der Kniegelenksarthrodese eine Arthrodese des kontralateralen Hüftgelenks durchgeführt. Die Gründe für die Knieartrodese waren Schmerzen und Beugekontraktur nach kindlicher Gonitis tuberculosa. Das kontralaterale Hüftgelenk wurde wegen schwerer Coxarthrose bei Pfannendysplasie versteift. Auch das nicht operierte Hüftgelenk zeigte arthrotische Veränderungen, die aber weitaus geringer ausgeprägt waren. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung - 6 Jahre nach den Arthrodesen - war die Patientin von seiten der arthrodesierten Gelenke beschwerdefrei. Die Arthrose und die dadurch verursachten Beschwerden im nicht versteiften Hüftgelenk hatten stark zugenommen; das Gelenk war nahezu wackelsteif. Auch das nicht versteifte Kniegelenk zeigte erhebliche arthrotische Veränderungen. Es ist anzunehmen, daß die durch die Dysplasie bedingte Coxarthrose durch die statischen Veränderungen, die zunächst durch die Gonitis tuberculosa, später durch die Arthrodesen verursacht wurden, in ihrem Verlauf äußerst ungünstig beeinflußt wurde.

5 weitere Patienten klagten über - nach der Arthrodese erstmalig aufgetretenen - Beschwerden im isolateralen Hüftgelenk. Bei 2 von ihnen hatte das Grundleiden, eine PCP, auf die Hüftgelenke übergegriffen.

lO Patienten gaben an, daß Beschwerden im Bereich der Lendenwirbelsäule einige Zeit nach der Operation entweder erstmalig aufgetreten waren, oder schon vor der Arthrodese bestehende Beschwerden sich verschlimmert hätten. Bei diesen Patienten lag der Zeitpunkt der Nachuntersuchung durchschnittlich 5 Jahre nach der Arthrodese.

Die durch die Arthrodese verursachten Beinverkürzungen betrugen durchschnittlich 3,5 cm. Die geringste Verkürzung lag bei 1 cm, die stärkste Verkürzung bei 6 cm.

1.5. Kniegelenksarthrodesen ohne das Einwirken von Kompressionskräften

In der Zeit von Juni 1960 bis August 1973 wurden nur in 5 Fällen Arthrodesentechniken ohne Einwirkung von Kompressionskräften gewählt.

Bei 2 Patienten wurde die Arthrodese durch Verschiebebolzung durchgeführt, bei den übrigen 3 Patienten wurde ein langer transfixierender Küntschernagel benutzt.

Bei einem Fall von Bolzungsarthrodese handelte es sich um eine Rearthrodese. 10 Monate zuvor war in einem auswärtigen Krankenhaus versucht worden, mit Hilfe eines langen transfixierenden Küntschernagels eine Knieversteifung zu erreichen. Die Indikation war eine schmerzhafte primäre Gonarthrose. Es war zu einer Femurlängsfraktur durch den Küntschernagel und zu einer Fistelbildung an der Nageleinschlagstelle gekommen. Ein knöcherner Durchbau wurde nicht erzielt. Nach der Bolzungsarthrodese wurde das operierte Bein für 12 Wochen im Gipsverband fixiert, nach 7 Wochen konnte die Patientin aus der stationären Behandlung entlassen werden. Bei der Nachuntersuchung, 2 Jahre nach der Arthrodese, war die Patientin vonseiten des operierten Beines beschwerdefrei.

Der zweite Patient - bei ihm wurde eine Bolzungsarthrodese wegen postinfektiöser Kniegelenksarthrose nach intraartikulären Injektionen durchgeführt - wurde schon nach 4 Wochen mit einem Oberschenkelgips nach Hause entlassen. Er konnte leider nicht nachuntersucht werden.

Eine Transfixationsarthrodese wurde bei einer Patientin wegen einer posttraumatischen Arthrose nach infizierter und knöchern nicht ausreichend durchbauter Tibiakopffraktur durchgeführt. Postoperativ wurde bei dieser Patientin

eine laterale Schenkelhalsfraktur festgestellt, die von der Nageleinschlagstelle ausging. Diese Fraktur wurde 2 Wochen später mit einer Spongiosaschraube versorgt. Nach 20 Wochen wurde der Patientin erlaubt zu belasten, der stationäre Aufenthalt dauerte 26 Wochen. Bei der Nachuntersuchung waren Arthrodese und Fraktur klinisch fest und röntgenologisch knöchern durchbaut. Die Patientin hatte keine Beschwerden. Die Nachuntersuchung fand 3 Jahre nach der Operation statt.

Die beiden anderen Patienten mit Transfixationsarthrodesen mußten wegen gelenknaher Tumoren operiert werden. Bei einem 28-jährigen Mann war es wegen eines suprakondylär gelegenen gutartigen Osteoklastoms zu einer suprakondylären pathologischen Femurfraktur gekommen. Nach der Resektion des distalen Femuranteils und des Tibiaplateaus und Einschlagen eines langen transfixierenden Küntschernagels bestand zwischen Femur und Tibia eine Dehiszenz von 11 cm. Mit 2 je 12 cm langen Spänen aus Femur und Tibia und Knochenspangen aus dem Beckenkamm wurde dieser Defekt überbrückt.
Anschließend wurde eine Gipsfixation über 29 Wochen durchgeführt. Die stationäre Behandlungsdauer betrug 26 Wochen. Bei der Nachuntersuchung, 1,5 Jahre nach der Operation, war der Patient völlig beschwerdefrei. Die Beinverkürzung betrug 3,5 cm, das Kniegelenk war klinisch fest und röntgenologisch knöchern durchbaut.

Bei einer 25-jährigen Patientin befand sich ein Riesenzelltumor im medialen Femurkondylus. Auch bei ihr wurde die Arthrodese mittels eines transfixierenden Küntschernagels durchgeführt. Der Tumor wurde entfernt, auf eine anschließende Gipsfixierung wurde verzichtet. Nach 4 Wochen wurde die Patientin zur Weiterbehandlung auf eine radio-

logische Abteilung verlegt. Bei der Nachuntersuchung, 7 Monate nach der Operation, war röntgenologisch ein Durchbau erkennbar, das Knie war aber noch nicht sicher fest durchbaut.

2. Diskussion

Das Alter der Patienten, die Art der postoperativen Behandlung, die Komplikationen und die Ergebnisse der beiden hauptsächlich angewandten Verfahren, der Arthrodesen nach GREIFENSTEINER und CHARNLEY, bzw. CHARNLEY-MÜLLER, werden miteinander verglichen und Angaben aus der Literatur gegenübergestellt.

Das Durchschnittsalter der nach GREIFENSTEINER operierten Patienten betrug 47 Jahre, der jüngste Patient war 17, der älteste 59 Jahre alt. Bei den nach CHARNLEY, bzw. CHARNLEY-MÜLLER operierten Patienten lag das Alter zwischen 24 und 79 Jahren, bei einem durchschnittlichen Alter von 58 Jahren.
Nach M.LANGE ist es wichtig, eine Kniearthrodese nicht vor dem 17. bis 18. Jahr durchzuführen.
"Die obere Altersgrenze für die Arthrodese beim Erwachsenen ist etwa das 60. Jahr. Die Verknöcherungskraft des Knochen wird in späteren Jahren geringer und damit werden die Operationsaussichten unsicherer." (M. LANGE)

Auch NIKOLAI gibt an, daß sich die Zeit bis zur knöchernen Konsolidierung bei steigendem Alter verlängert.

Alle nach GREIFENSTEINER operierten Patienten waren jünger als 60 Jahre, dagegen entspricht das Durchschnittsalter der nach CHARNLEY operierten fast dem von M.LANGE genannten Höchstalter.

Gipsbehandlung

Die Fixationsdauer in Gipsverbänden ist bei vergleichbaren Gruppen fast gleich lang. Sie betrug bei den nach GREIFENSTEINER operierten Patienten durchschnittlich 12 Wochen, bei den nach CHARNLEY bzw. nach CHARNLEY-MÜLLER operierten Patienten durchschnittlich 13 Wochen. Hier sind nur die Patienten berücksichtigt, die unmittelbar postoperativ einen Gipsverband erhielten. Die 24 Patienten, bei denen erst 8 Wochen nach der Arthrodese eine Gipsfixation für etwa 6 Wochen durchgeführt wurde, sind unberücksichtigt geblieben.

Nach der Resektions-Druck-Arthrodese nach GREIFENSTEINER berichtet GREIFENSTEINER selbst über eine Gipsfixierung von durchschnittlich 8 Wochen, ebenso BÄTZNER und SIMON-WEIDNER. BÄTZNER hatte den modifizierten Spannapparat nach RUF benutzt. BIRON gibt eine Gipsbehandlung von durchschnittlich 12 Wochen an, M.LANGE von 15 Wochen und NIKOLAI von fast 18 Wochen.

Nach Kniegelenksarthrodesen, die nach der Methode von CHARNLEY durchgeführt wurden, geben CHARNLEY und BAKER (1952) eine durchschnittliche Gipsfixierung von 11 Wochen, CHARNLEY und LOWE (1958) von 9 Wochen an. KATTHAGEN berichtet von einer 10-wöchigen Gipsfixierung im Durchschnitt. STEWART u.a. berichten über eine Gipsfixierung von durchschnittlich 13 Wochen, MORRIS und MOSIMAN von 16 Wochen und GREEN u.a. von 17 Wochen.

Bei Arthrodesen, die ohne Kompression durchgeführt wurden, dauerte die Ruhigstellung im allgemeinen wesentlich länger. M.LANGE gibt eine Ruhigstellung von durchschnittlich 17 Wochen im Gipsverband an, MORRIS und MOSIMAN von 24 Wochen und SIMON-WEIDNER von 27 Wochen. NIKOLAI fixierte für 24 Wochen im Gipsverband. GREEN u.a. beließen den Gipsverband nach der Arthrodese nach HIBBS durchschnittlich

15 Wochen, nach innerer Fixation mit gekreuzten Nägeln oder Schrauben für 16 Wochen und bei der Anlagerung eines Verschiebespans 20 Wochen.

Aus dem eigenen Patientengut kann nur über eine Bolzungsarthrodese berichtet werden, die 12 Wochen im Gipsverband ruhiggestellt wurde. Über den 2. Fall einer Bolzungsarthrodese liegt kein Ergebnis vor.

Notwendigkeit einer Gipsfixierung

DIEHL und HORT untersuchten mittels piezoelektronischer Druckmeßscheiben die im Arthrodesenspalt entstehenden Spannkräfte. Sie verglichen die Methoden nach GREIFENSTEINER, CHARNLEY-MÜLLER und MITTELMEIER. Bei der Arthrodese nach GREIFENSTEINER, bei der eine Kompressionskraft von 20 kp festgestellt wurde, kam es schon beim Auftreten geringer Biegebeanspruchungen zum Aufklaffen des Gelenkspaltes. Eine zusätzliche Gipsfixierung ist unbedingt erforderlich.

Bei der Methode nach CHARNLEY-MÜLLER kam es erst bei erheblicher Biegebeanspruchung zu einem Aufklaffen des Gelenkspaltes. Gleichzeitig stieg der Druck auf der Seite, auf der die Biegebeanspruchung einwirkte, so erheblich an, daß bei Dauerbeanspruchung mit einer plastischen Verformung der Spongiosaflächen zu rechnen ist. Die Autoren schließen daraus, daß ein vorsichtiges Anheben des Beines ohne Gipsfixierung, unbedachte Bewegungen jedoch nur mit zusätzlicher Gipsfixierung von der externen Fixierung nach CHARNLEY-MÜLLER aufgefangen werden.

Die einzige belastungsstabile Druckarthrodese ist nach DIEHL und HORT die Kniegelenksdruckarthrodese mit versetzt angebrachten selbstspannenden Druckplatten.

Kompressionsdauer

Die durchschnittliche Kompressionsdauer mit Kirschnerdrähten und Spannbügeln nach GREIFENSTEINER betrug 4 Wochen.

Bei den Patienten, bei denen die Kompression nach CHARNLEY und MÜLLER durchgeführt wurde, wurde das Kompressionsmaterial nach durchschnittlich 8 Wochen entfernt.

Bei Kniegelenksarthrodesen nach GREIFENSTEINER entfernten GREIFENSTEINER, BIRON, NIKOLAI und SIMON-WEIDNER das Kompressionsmaterial nach durchschnittlich 4 Wochen, v.SANCHIS-OLMOS nach 6 Wochen.

Bei Kniearthrodesen nach CHARNLEY berichtete CHARNLEY von einer Kompressionsdauer von 4 Wochen, STEWART u.a. von 7 Wochen und MORRIS und MOSIMAN von 6 Wochen Kompressionsdauer.

Komplikationen

Auffallend ist die hohe Zahl von sekundären Heilungen, die bei den nach GREIFENSTEINER operierten Patienten 4 von 17, entsprechend 1/4, bei den nach CHARNLEY bzw. CHARNLEY-MÜLLER operierten 9 von 56, entsprechend 1/6 beträgt.

2 der 4 nach GREIFENSTEINER operierten Patienten mit sekundärer Heilung hatten eine Gonitis tuberculosa, ebenso 2 der 9 nach CHARNLEY operierten, in einem Fall mit praeoperativ bestehenden Fisteln. Außerdem wurde eine Patientin wegen eines Kniegelenkempyems operiert, eine weitere wegen eines rezidivierenden Synovialoms nach 3 Voroperationen und praeoperativer Strahlenbehandlung.
Bei diesen Patienten waren die ungünstigen lokalen Verhältnisse für die Wundheilungsstörungen sicherlich mitverantwortlich. In einem Fall wurde durch einen technischen Fehler - der laterale Spanner war zu nahe am Bein der Patientin angebracht - eine Nekrose verursacht.

BIRON beobachtete bei 73 seiner nach GREIFENSTEINER operierten Patienten eine Wundnekrose, eine lokale septische Reaktion, 3 Fälle von Fistelbildung mit langdauernder Sekretion, LEGAL 2 Fälle von Mischinfektionen bei Arthrodesen nach Gonitis tuberculosa.

CHARNLEY und LOWE berichteten von 2 Sekundärheilungen und 6 Nagelinfektionen bei 171 Patienten,

MORRIS und MOSIMAN von einer Sekundärheilung bei 12 operierten Patienten, GREEN u.a. über eine Nagelinfektion bei 20 Patienten.

Zur Pseudarthrosenbildung kam es nach Arthrodesen nach GREIFENSTEINER in einem Fall, einer Arthropathia luetica. Von Arthrodesen bei tabischer Arthropathie ist bekannt, daß sie mit einer hohen Rate von Fehlschlägen belastet sind. BLAUTH vermutet - gestützt auf Angaben von LUCAS und MURRAY, HOLT, VALLS, WISEMANN u.a. -, daß die Aussichten auf knöcherne Konsolidierung bei höchstens 50% liegen. Die Gründe hierfür sind letztlich nicht bekannt, man vermutet daß trophische Störungen des Knochens die Ursache sind. EICHENHOLTZ berichtete von 6 Kniegelenksresektionen bei tabischer Arthropathie, von denen keine knöchern versteifte.

CHARNLEY berichtet von 2 Arthrodesen bei Tabes dorsalis, ein Knie konnte nach 8 Wochen ohne Gipsverband belastet werden, im 2. Fall bildete sich eine Pseudarthrose, wobei allerdings auch ein technischer Fehler eine Rolle spielte.

GREEN berichtet von 3 Mißerfolgen bei 9 durchgeführten Arthrodesen. BLAUTH hatte 2 Mißerfolge bei 3 Operationen in der Technik nach CHARNLEY-MÜLLER.

FRIEDEBOLD und STEGMANN lehnen die Druckarthrodese bei tabischer Arthropathie ab und empfehlen die Transfixationsarthrodese mittels eines langen Küntschernagels.

Auch BACH, BRASHEAR und STACK wenden dieses Verfahren an. Die Transfixationsarthrodese wird von BLAUTH wiederum abgelehnt mit der Begründung, daß der überlange Nagel die Belastung auf die Dauer nicht tragen könne. BLAUTH empfiehlt die Doppel-Druckplatten-Arthrodese nach großzügiger Resektion aller sklerosierten Bereiche.

Nach Arthrodesen nach CHARNLEY-MÜLLER kam es in 2 Fällen zur Pseudarthrosenbildung, in einem Fall verursacht durch eine hochgradige Osteoporose, die eine Kompression intraoperativ unmöglich machte, im 2. Fall beruht die Pseudarthrosenbildung auf einem technischen Fehler. Die Resektionsflächen waren schräg angelegt, so daß es unter der Kompression zu einem Abscheren der Tibia gegen das Femur kam.

CHARNLEY und BAKER berichteten außer über den Fall von Pseudarthrose bei Tabes dorsalis - über einen Fall von alter Gonitis tuberculosa, der erst durch eine 2. Operation zur Versteifung gebracht wurde.

CHARNLEY und LOWE hatten 2 Pseudarthrosen bei 171 Operationen, davon eine verursacht durch einen Nagelbruch.

BADO und NOVALES hatten bei 33 durchgeführten Arthrodesen eine Pseudarthrose, allerdings bei tabischer Arthropathie, und zwei Konsolidierungen bei Tabes.

Zu erwähnen sind noch die Innenrotationsfehlstellungen, ein Fall bei den nach GREIFENSTEINER operierten Patienten, 4 Fälle bei den nach CHARNLEY bzw. CHARNLEY-MÜLLER.

Ergebnisse der Nachuntersuchungen

Von 78 operierten Patienten wurden insgesamt 59 nachuntersucht. Der Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag im Durchschnitt 3 Jahre nach der Operation, mit einem Minimum von 6 Monaten und einem Maximum von 11 Jahren.

Auffallend war, daß einige Patienten mit erheblichen Beschwerden recht zufrieden mit dem Operationsergebnis waren, während einige beschwerdefreie Patienten, trotz unbestreitbarer objektiver Besserung, äußerst unzufrieden über die Gelenkversteifung waren. Bei Erinnerung an den präoperativen Zustand mit z.T. sehr schmerzhafter Funktionseinschränkung, bewerteten allerdings einige von ihnen das Ergebnis positiver.

Beschwerden,die postoperativ erstmalig aufgetreten sind:

Isolateral	Zahl der Fälle
Sprunggelenke	5
Hüfte	8
Arthrodesenbereich (Druckschmerz, Paraesthesien)	8
Wadenkrämpfe	3
Ödeme	11
Kontralaterales Kniegelenk	9
LWS	12

Diese Beschwerden sind sicherlich nicht ausschließlich durch die Arthrodese verursacht. Vor allem bei den LWS-Beschwerden ist es unklar geblieben, in welcher Zahl und welchem Ausmaß sie schon präoperativ bestanden haben. Einige weitere Einschränkungen ergeben sich aus den Untersuchungsberichten der Gruppen der nach GREIFENSTEINER und CHARNLEY, bzw. CHARNLEY-MÜLLER operierten Patienten.

Die Untersuchungsergebnisse von HAMACHER und KOCH, die über Folgezustände nach Kniegelenksarthrodesen berichteten und Beschwerden am isolateralen Hüftgelenk in 33% und im Bereich der isolateralen Sprunggelenke in 32 bis 36% der Fälle angeben, lassen sich durch diese Nachuntersuchungen nicht ganz bestätigen. Dies mag u.a. auf den unterschiedlichen Zeitraum zwischen Arthrodese und Nachuntersuchung zurückzuführen sein.

KORF beobachtete bei 24 Nachuntersuchten keine Beschwerden in den isolateralen Sprunggelenken, dagegen verstärkte, bzw. neu aufgetretene Schmerzen im gleichseitigen Hüftgelenk in 4 Fällen, im kontralateralen Kniegelenk in 11 Fällen.

HAMACHER und KOCH erklären diese Erscheinungen damit, "daß das mobile Kniegelenk vom Beginn der Fersenauflage an eine elastische Pufferwirkung durch die zunehmende Kniebeugestellung hat", die durch die Arthrodese entfällt.
"Wenn auch die beschriebenen Folgeerscheinungen an benachbarten Gelenken gegenwärtig keinen Einfluß auf die Differenzialindikation - Arthrodese oder Totalendoprothese - haben, ist doch festzuhalten, daß sich in absehbarer Zeit nach Bewährung verbesserter Prothesenmodelle die Indikationsstellung wahrscheinlich zu Gunsten der Plastik ändern wird." (KLEMS)

Zusammenfassung

Im Oskar - Helene - Heim, der Orthopädischen Klinik der Freien Universität Berlin, wurden in der Zeit von Juni 1960 bis August 1973 78 Kniegelenksarthrodesen durchgeführt. Von diesen waren 73 Resektions - Kompressions - Arthrodesen, 2 Verschiebebolzungen und 2 Transfixationsarthrodesen. Die Resektions - Kompressions - Arthodesen wurden in 17 Fällen nach der von GREIFENSTEINER angegebenen Technik und in 56 Fällen nach der Methode von CHARNLEY, bzw. CHARNLEY-MÜLLER durchgeführt.

Der allgemeine Teil der Arbeit enthält eine Definition des Begriffes Arthrodese, sowie einen Überblick über die Entwicklung der Arthrodesenoperation mit Beschreibung der wesentlichen Merkmale der jeweiligen Operationstechnik. Es werden Möglichkeiten und Ziele der Druckosteosynthese und die Einwirkung mechanischer Kräfte auf die Knochenneubildung besprochen. Weiterhin werden die Bedeutung der Arthrodese und die wesentlichen Indikationen zur Arthrodese dargestellt.

Im speziellen Teil werden die einzelnen Krankheitsbilder in Beziehung gesetzt zum Alter und Geschlecht der Patienten.

Für die verschiedenen Operationsverfahren werden jeweils die Art und Dauer der Nachbehandlung, die Komplikationen und die Ergebnisse der Nachuntersuchungen besprochen und mit Angaben aus der Literatur verglichen.

Nachdem die Kompression bei den nach GREIFENSTEINER operierten Patienten im Durchschnitt über einen Zeitraum von 4 Wochen aufrecht erhalten wurde, ging man später bei den nach CHARNLEY durchgeführten Arthrodesen dazu über, die Kompression aus Sicherheitsgründen durchschnittlich 8 Wochen bestehen zu lassen.

Die Gipsfixation wurde bei beiden Gruppen über einen etwa gleich langen Zeitraum durchgeführt, wobei zu berücksichtigen ist, daß nach der Methode von CHARNLEY eine größere Zahl weitaus älterer Patienten operiert wurde, bei denen die Remobilisation durch ungünstige lokale und allgemeine Verhältnisse erheblich erschwert war. Bei Arthrodesen ohne Kompression wird in der Literatur eine wesentlich länger dauernde Gipsfixation angegeben.

Bei 1/4 der nach GREIFENSTEINER und 1/6 der nach CHARNLEY operierten Patienten kam es zur sekundären Wundheilung. Bei der Hälfte dieser Patienten bestanden spezifische oder unspezifische Gonitiden oder ungünstige lokale Verhältnisse nach Voroperationen.

Bei dem Verfahren nach GREIFENSTEINER kam es in einem Fall, einer Arthropathia luetica, zur Pseudarthrosenbildung. Bei dem Verfahren nach CHARNLEY bzw. CHARNLEY-MÜLLER kam es bei 56 Operationen in 2 Fällen zur Ausbildung von Pseudarthrosen, wobei in einem Fall eine Kompression auf Grund einer ausgeprägten Osteoporose nicht möglich war. Die 2. Pseudarthrose wurde durch einen technischen Fehler verursacht.

Von den 78 operierten Patienten wurden insgesamt 59 nachuntersucht. Der Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag im Durchschnitt 3 Jahre nach der Operation.
Im Vergleich zu den Literaturangaben wurden arthrotische Veränderungen mit entsprechenden Beschwerden in den Nachbargelenken weniger häufig gefunden, was durch die kürzere Nach-Beobachtungszeit bedingt sein mag.

Die Beschwerden im Bereich der Arthrodese und der benachbarten Weichteile waren nur in 2 Fällen als erheblich anzusehen.

Bei allen Patienten, bei denen es zur knöchernen Versteifung des Gelenkes kam, führte dieser Eingriff zu einem belastungsfähigen Bein. Gemessen am praeoperativen Zustand hatte die Arthrodese bei diesen Patienten eine erhebliche Besserung ihrer Beschwerden zur Folge, was in diesem Ausmaß bisher durch keine Alternativoperation erreicht wurde.

Literaturverzeichnis

ALLGÖWER,M. OSTEOSYNTHESE und primäre Knochenheilung
Langenbecks Arch. klin. Chir. 308:423 (1964)

ALLGÖWER,M.
MÜLLER,M.E.
SCHENK,R.
WILLENEGGER,M. Biomechanische Prinzipien bei der Metallverwendung am Knochen
Langenbecks Arch. klin. Chir. 305:1 (1963/64)

BADO,J.L.
NOVALES,J.G. Anales de Ortopedia y Traumatologia 1951
zit. CHARNLEY,J.C., BAKER,S.L.

BACH,H. Behandlungsmöglichkeiten tabischer Arthropathien am Kniegelenk
Beitr. Orthop. 10:232 (1963)

BÄTZNER,K. Ein Beitrag zur Druckarthrodese des Kniegelenkes
Z.Orthop. 83:93 (1953)

BECKER,F. Über "semimaligne Tumoren" des Skeletts.
Z.Orthop. 112:64 (1974)

BIRON,F. Kniegelenksresektionen
Z. Orthop. 100:221 (1965)

BLAUTH,W. Arthrodesen bei tabischen Arthropathien
Z. Orthop. K 56:335 (1970)

BÖHLER,L. zit. nach MÜLLER,M.E., ALLGÖWER,M. WILLENEGGER,M.

BRASHEAR,H.R. The value of intramedullary nail for knee fusion particulary for the Charcot joint
Amer.J.Surg. 87:63 (1954)

CHAPCHAL,G. Intramedullary pinning for arthrodesis of the knee joint.
J. Bone Jt. Surg. 30-A:728 (1948)

CHARNLEY,J. Positive pressure in arthrodesis of the knee joint.
J. Bone Jt. Surg. 30-B:478 (1948)

CHARNLEY,J.
LOWE,H.G. A study of the endresults of compression arthrodesis of the knee.
J. Bone Jt. Surg. 40-B:633 (1958)

DANIS,R. Theorie et pratique de l' osteosynthèse.
Masson & Cie, Paris (1947)

DIEHL,K.
HORT,W. Statistische und dynamische Untersuchungen bei der Kompressionsarthrodese des Kniegelenks.
Z. Orthop. 111:919 (1973)

EGGERS
SHINDLER
POMERATH zit. nach GREIFENSTEINER

EICHENHOLTZ,S.N. Charcot Joints.
Thomas Ch.C., Springfield, Ill. (1966)

EXNER,G. Zur Technik der Druckosteosynthese bei Pseudarthrosen und Kniearthrodesen.
Chirurg 21:128 (1950)

FISCHER,V. Technische Variationen der Kniegelenksarthrodese bei aktuellen Indikationen.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 74:269 (1972)

FORGON,M. Zur Technik der Kompressionsarthrodesen.
Zbl. Chir. 88:227 (1963)

FRIEDEBOLD,G.
STEGMANN,E.
Die Arthrodese bei tabischer Arthropathie.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 59:272 (1966)

FÜRMAIER,A.
Zur Technik der Druckosteosynthese bei der Kniegelenksresektion.
Chirurg 22:143 (1951)

GALLOWAY,H.P.H.
The patellar bone graft in excision of the knee.
Amer. J. orth. Surg. 15:704 (1917)

GREEN,D.P.
PARKERS,J.C.
STINCHFIELD,F.E.
Arthrodesis of the knee.
J. Bone Jt. Surg. 49-A:1065 (1967)

GREIFENSTEINER,H.
Über Kompressionsosteosynthesen
Hefte z. Unfallh. 43:219 (1952)

GREIFENSTEINER,H.
Kompressionsarthrodese des Kniegelenkes.
Z. Orthop. 83:406 (1952)

GRONERT,H.J.
Indikation und Technik der Früharthrodese.
Z. Orthop. 111:424 (1973)

HACKMANN,R.
Erfahrungen mit der Druckosteosynthese bei der Durchführung von Arthrodesen des Kniegelenkes und des oberen Sprunggelenkes
Inaug. Diss. Berlin 1969

HAMACHER,P.
KOCH,F.G.
Spätfolgen nach Kniearthrodese.
Z. Orthop. 111:441 (1973)

HIBBS,R.A. An operation for stiffening of the knee joint.

Ann. Surg. 53:404 (1911)

HIBBS,R.A.
VAN LACKUM,H.L. Endresults in treatment of knee joint tuberculosis.

J. Amer. Med.Ass. 85:1289 (1925)

KATTHAGEN,A. Zur Technik der Resektionen und Arthrodesen am Knie- und Fußgelenk.

Z. Orthop. 84:36 (1953)

KEY,J.A. Positive pressure in arthrodesis for tuberculosis of the knee joint.

Sth. Med.J. 25:909 (1932)

KEY,J.A. Arthrodesis of the knee with a large central autogenous bone peg.

Sth. Med. J. 30:574 (1937)

KLEMS,H.
WEIGERT,M.
GRONERT,H.J. Differenzierte Indikationsstellung zur Arthrodese an den großen Gelenken.

Z. Orthop. 111:410 (1973)

KLEMS,H. persönliche Mitteilung

KORF,B. Die Arthrodese. Entwicklung, Ergebnisse und Probleme.

Inaug. Diss. Freiburg i.B. 1970

KROMPECHER,S. Die Knochenbildung

G. Fischer, Jena 1937

KROMPECHER,S. Die Beeinflussbarkeit der Gewebedifferenzierung der granulierenden Knochenoberflächen insbesondere die der Kallusbildung.

Langenbecks Arch. klin. Chir. 281:472 (1956)

KÜNTSCHER,G. Praxis der Marknagelung.
F.K. Schattauer, Stuttgart 1962

LANGE,M. Zur Arthrodesenfrage.
Dtsch. Z. Chir. 4:232 (1931)

LANGE,M. Die Arthrodesen
Wien. med. Wschr. 1o5:265 (1955)

LANGE,M. Orthopädische chirurgische Operationslehre 2. Auflage
J.F. Bergmann, München 1962

LEGAL,W. Zur Druckosteosynthese des resezierten Kniegelenks
Münch. med. Wschr. 96:1096 (1954)

LEXER,E. Versteifung paralytischer Gelenke mittels Knochenbolzung
Dtsch. med. Wschr. 32:13 (1907)

MAATZ,R. Die Reaktion des Knochens auf Federdruck
Arch. orthop. Unfall-Chir. 44:529 (1951)

MATZEN,P.F. Vom Einfluß mechanischer Einwirkungen auf die Kallusbildung I.Teil
Bruns' Beitr. klin. Chir. 184:146 (1952)

MATZEN,P.F. Vom Einfluß mechanischer Einwirkungen auf die Kallusbildung II.Teil
Bruns' Beitr. klin. Chir. 188:97 (1954)

MATZEN,P.F. Erfahrungen mit der Druckosteosynthese
Zbl. Chir. 89:1 (1964)

MANZONI,A. Diskussion zum Thema "Arthrodesen"
Z. Orthop. 111:486 (1973)

MERLE D' AUBIGNE,R. Diaphyso-epiphyseal resection for bone tumor at the knee. With report of the nine cases.

J. Bone Jt. Surg. 40-B:385 (1958)

MORRIS,H.D.
MOSIMAN,R.S. Arthrodesis of the knee. A comparison of the compression method with the non - compression method.

J. Bone Jt. Surg. 33-A:982 (1951)

MÜLLER,M.E. Die Kompressionsosteosynthese unter besonderer Berücksichtigung der Kniearthrodese

Helv. Chir. Acta 22:474 (1955)

MÜLLER,M.E.
ALLGÖWER,M.
WILLENEGGER,H. Technik der operativen Frakturbehandlung

Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1963

MÜLLER,M.E.
ALLGÖWER,M.
WILLENEGGER,H. Manual der Osteosynthese

Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1969

NIKOLAI,N. Erfahrungen bei 130 operativen Kniegelenksversteifungen

Zbl. Chir. 85:89 (1960)

PETROKOV,V. Die Biomechanik der Kallusbildung und experimentelle Bewertung der Druckosteosynthese

Bruns' Beitr. klin. Chir. 205:265 (1962)

ROUX,W. Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik, Bd. I u. II

Wilhelm Engelmann: Leipzig 1895

SIMON-WEIDNER,R. Über Kniearthrodesen

Wien, med. Wschr. 104:991 (1954)

SIMON-WEIDNER,R.
HABERMAIER,H. Die Kompression bei Arthrodesen am Kniegelenk

Zbl. Chir. 47:1992 (1954)

SCHENK,R.
WILLENEGGER,H. Zum histologischen Bild der sogenannten Primärheilung der Knochenkompakta nach experimentellen Osteotomien am Hund.

Experientia 19:593 (1963)

SCHENK,R.
WILLENEGGER,H. Zur Histologie der primären Knochenheilung

Langenbecks Arch. klin. Chir. 308:440 (1964)

STEWART,M.J. Compression in arthrodesis. A comparative study of methods of fusion of the knee in ninety-three cases.

J. Bone Jt. Surg. 40-A:585 (1958)

WITT,A.N. Einleitender Vortrag zum Haupthema II "Die Arthrodesen"
59. Tagung der DGOT, Berlin 1972

Z. Orthop. 111:407 (1973)

WUSTMANN,O. Die Kompressionsosteosynthese

Ärztl. Prax. 6:7 (1954)

ZANOLI,R. Beschreibung einer neuen Kniekompressionsarthrodese.

Schweizer med. Wschr. 84:1022 (1954)

ZENKER,H. Die Kniearthrodese bei En-bloc-Resektion von Riesenzellgeschwülsten

Z. Orthop. 111:438 (1973)

Herrn Prof. Dr. med. Manfred Weigert
danke ich für die Überlassung des
Themas und die mir gewährte Unter-
stützung sehr herzlich.

Lebenslauf

Am 10.2.1948 wurde ich, Erhard Dirkwinkel, als Sohn des Postbeamten Wilhelm Dirkwinkel und seiner Frau Maria, geb. Heipieper in Lippstadt geboren.

Ostern 1954 wurde ich eingeschult und besuchte bis 1958 die Friedrich-Schule in Lippstadt, anschließend das Ostendorf-Gymnasium in Lippstadt, an dem ich am 2.11.1966 die Reifeprüfung ablegte.

Zum Wintersemester 1966/67 immatrikulierte ich mich an der Medizinischen Fakultät der Universität Köln. Nachdem ich dort am 20.2.1970 die ärztliche Vorprüfung bestanden hatte, setzte ich im Sommersemester 1970 und im Wintersemester 1970/71 mein Studium an der Universität Wien fort.

Am 26.4.1971 schrieb ich mich in der Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin ein, wo ich am 8.8.1973 die ärztliche Prüfung bestand.

Nachdem ich jeweils 4 Monate im Oskar-Helene-Heim, der Orthopädischen Klinik der Freien Universität und in der Chirurgischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Spandau-Nord als Medizinalassistent tätig war, arbeite ich zur Zeit als Medizinalassistent in der Inneren Abteilung des Klinikums Westend.

B. Ladewig - Dissertationsdruck - 1 Berlin 12 - Pestalozzistraße 106
Tel.: 3128885 - 3138198